



TITLE:

Random Walks on random trees and hyperbolic groups: trace processes on boundaries at infinity and the speed of biased random walks(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

Tokushige, Yuki

CITATION:

Tokushige, Yuki. Random Walks on random trees and hyperbolic groups: trace processes on boundaries at infinity and the speed of biased random walks. 京都大学, 2019, 博士(理学)

ISSUE DATE:

2019-03-25

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k21542>

RIGHT:

学位規則第9条第2項により要約公開

(続紙 1)

京都大学	博 士 (理 学)	氏名	得重 雄毅
論文題目	Random Walks on random trees and hyperbolic groups: trace processes on boundaries at infinity and the speed of biased random walks (ランダム木グラフと双曲群上のランダムウォーク:無限遠境界上のトレース過程とバイアス付きランダムウォークのスピードについて)		
(論文内容の要旨)			
<p>本論文は、得重雄毅氏が博士後期課程の間に執筆した3編の論文をthesis形式にまとめたものである。本論文では、ランダム木グラフと双曲群上のランダムウォークの無限遠境界上のトレース過程を調べるとともに、ランダム木の上のバイアス付きランダムウォークのスピード関数の滑らかさについて解析を行っている。本論文の主結果は、以下の3つである。</p> <p>I) ランダム木グラフ上のランダムウォークの無限遠境界上のトレース過程の解析 II) 双曲群上のランダムウォークの無限遠境界上のトレース過程の解析 III) ランダム木の上のバイアス付きランダムウォークのスピードの滑らかさの解析</p> <p>以下、研究の背景や結果についてより詳しく解説する。ランダムウォークのグロモフ境界へのトレースは、作用素の境界での挙動を研究するという観点から考えると長い歴史を持つ調和解析の中心的課題の一つであり、これに幾何学群論や確率論の観点も加わった、分野横断的なテーマである。得重氏の研究は、このようなトレースの問題をランダム木や双曲群上のランダムウォークについて解析するものである。</p> <p>I)では、分枝過程の家系図 (Galton-Watson木グラフ) の上のランダムウォークの、無限遠境界へのトレースで決まる飛躍型確率過程を解析している。バイアス付きランダムウォークの場合も含めて、トレース過程の熱核の挙動やmean displacementの挙動を調べ、そこで現れる指数の解析学的・幾何学的な意味を明らかにした。木上(2010)による先行結果では、volume doublingを満たすような木グラフについて解析しているが、得重氏の研究では、このような体積増大条件が満たされない範疇を取り扱っている。</p> <p>II)では、双曲群上のランダムウォークの、グロモフ境界上の確率過程の研究を行っている。ディリクレ形式の手法を用いて、双曲群上のマルコフ過程を時間変更してグロモフ境界へのトレースを取り、トレースで決まる二次形式が正則ディリクレ形式になる (従って対応する確率過程が存在する) ための十分条件を境界の共形次元で与え、対応する調和測度の性質を解析している。この論文は、P. Mathieu教授との共著論文である。この共同研究は、双曲群の幾何学、調和解析、確率論という幅広い視点から境界へのトレースの問題を論じており、トレース過程のさらに詳しい解析を含め、今後のさらなる発展が期待される。</p> <p>III)では、分枝過程の家系図の上のバイアス付きランダムウォークのスピード関数について、バイアスのパラメータに関する滑らかさを論じている。さらにその導関数が、あるガウス確率変数の共分散になることを証明している。現段階では、まだバイアスのパラメータの動く範囲に強い制限があるが、この制限を緩めることが今後の課題の一つである。</p>			

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

最初に、得重氏の学位は、KTGU数学系ユニットが進めるスーパーグローバルコースによる学位となる予定であることを注意しておく。得重氏はマルセイユ大学のP. Mathieu教授を副指導教員とし、京都大学やマルセイユ大学で同教授の指導を受けてきた。特に、博士論文に含まれている2編目の論文は、Mathieu教授からの多くのアドバイスが基礎となり、教授との共著論文の形にまとまっている。

論文内容の要旨に記したように、得重氏のthesis形式の博士論文は、3編の論文をまとめたものである。このうち2編は、ランダム木グラフと双曲群上のランダムウォークの無限遠境界上のトレース過程に関する新たな知見を与えており、いずれもarXivにおいて公開され、雑誌に投稿中・投稿予定である。最後の1編は、ランダム木の上のバイアス付きランダムウォークのスピード関数の滑らかさに関するもので、これもarXivにおいて公開されている。

得重氏は、国内外の研究集会における講演の経験も豊富で、海外での研究集会やセミナーでの講演も何度か行っている。氏の講演は、ポイントを明確にした分かりやすいものであり、具体例も交えながら講演を行うため、全般に彼の講演は好意的に受け止められている。また、氏は持ち前の明るい性格で海外研究者ともフランクに議論ができるという能力を持っている。Mathieu教授から直接指導を受け、共著論文にまとめ上げたことから分かる通り、氏は海外の研究者とコミュニケーションを取り、研究を進める力を備えている。

今回の博士論文は、スーパーグローバルコースのルールに従い、Mathieu教授に査読を依頼した。Mathieu教授は、得重氏の博士論文のレポートを以下のように結んでいる。

The thesis investigates new interesting aspects of the interplay between these different objects and suggests several directions for further investigations. The thesis obviously deserves to be defended.

平成31年1月10日に行われた論文内容の発表とそれに関連した口頭試問においても、非専門家にもある程度理解ができる形で自身の研究内容をまとめ、試問にも的確に答えた。上述した通り得重氏は、学術的素養、研究成果のいずれに関しても、博士号を取得するに値すると判断される。よって本論文は博士(理学)の学位論文として価値あるものと認める。上述したように、平成31年1月10日論文内容とそれに関連した事項について試問を行い、その結果合格と認めた。

要旨公表可能日：即日